

**Pilot-controlled pressure-relief valve**

**Patent number:** DE4304796  
**Publication date:** 1994-08-18  
**Inventor:** MACHAT GOETZ-DIETER (DE); MEYER KARL-JOSEF (DE); KRENZER GUENTER (DE)  
**Applicant:** REXROTH MANNESMANN GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **international:** *F15B13/02; F16K17/10; G05D16/16; F15B13/00; F16K17/04; G05D16/00; (IPC1-7): F15B13/02; F16K17/10; G05D16/00*  
- **european:** F15B13/02; F16K17/10B; G05D16/16D  
**Application number:** DE19934304796 19930217  
**Priority number(s):** DE19934304796 19930217

**Report a data error here**

**Abstract of DE4304796**

The invention starts from a pilot-controlled pressure-relief valve with a pilot-control piston and a main piston with which a cross-section of flow between a system connection and a tank connection can be varied and which, apart from being acted upon by a spring element, can be acted upon in the closing direction by a pressure which prevails in a rear control space and can be influenced by the pilot-control valve, the control space being connected to the pilot-control valve and via a first nozzle arranged in a control line to the system connection. In order to avoid cavitation erosion and associated wear at the main piston and at the valve seat interacting with the main piston, provision is made for the control line to lead into the system connection in several second nozzles which are connected in series with the first nozzle and in parallel with one another and the total cross-section of which is greater than the cross-section of the first nozzle.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 04 796 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 15 B 13/02**  
F 16 K 17/10  
G 05 D 16/00

⑳ Aktenzeichen: P 43 04 796.3  
㉑ Anmeldetag: 17. 2. 93  
㉒ Offenlegungstag: 18. 8. 94

**DE 43 04 796 A 1**

㉗ Anmelder:  
Mannesmann Rexroth GmbH, 97816 Lohr, DE  
  
㉘ Erfinder:  
Machat, Götz-Dieter, 8770 Lohr, DE; Meyer,  
Karl-Josef, 8786 Rieneck, DE; Krenzer, Günter, 8782  
Karlstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 34 01 369 C2  
DE 21 53 470 B2  
DE 19 09 338 B2  
DE 41 12 065 A1  
DE 36 26 043 A1  
DE 30 32 411 A1  
DE 28 26 125 A1  
FR 9 92 255  
GB 14 63 962  
US 31 68 901 A1

SU 15 01 003 A1  
SU 8 53 267  
EXNER, H. u.a.: Der Hydraulik Trainer, Band 1, Rudi  
A. Lang, Mannesmann Rexroth GmbH, Bd.1,  
Ausgabe 1991, S. 217,228;  
JP 56-3357 A. In: Patents Abstracts of Japan, M-61  
March 28, 1981, Vol.5, No.47;

⑤④ Vorgesteuertes Druckbegrenzungsventil

⑤⑦ Die Erfindung geht aus von einem vorgesteuerten Druck-  
begrenzungsventil mit einem Vorsteuerkolben und mit einem  
Hauptkolben, mit dem ein Strömungsquerschnitt zwischen  
einem Systemanschluß und einem Tankanschluß veränder-  
bar ist und der außer durch ein Federelement durch einen in  
einem rückwärtigen Steuerraum herrschenden, durch das  
Vorsteuerventil beeinflussbaren Druck in Schließrichtung  
beaufschlagbar ist, wobei der Steuerraum mit dem Vorsteu-  
erventil und über eine in einer Steuerleitung angeordnete  
erste Düse mit dem Systemanschluß verbunden ist. Um  
Kavitationserosion und einen damit zusammenhängenden  
Verschleiß am Hauptkolben und am mit dem Hauptkolben  
zusammenwirkenden Ventilsitz zu vermeiden, ist vorgese-  
hen, daß die Steuerleitung in mehreren in Reihe zur ersten  
Düse und parallel zueinander geschalteten zweiten Düsen,  
deren Gesamtquerschnitt größer als der Querschnitt der  
ersten Düse ist, in den Systemanschluß mündet.

**DE 43 04 796 A 1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 94 408 033/433

8/34

## Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem vorgesteuerten Druckbegrenzungsventil, das die Merkmale aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufweist.

Ein solches Druckbegrenzungsventil ist z. B. aus dem Buch "Der Hydraulik-Trainer", Band 1, Ausgabe 1991, Seite 217 oder 228, herausgegeben von der Mannesmann Rexroth GmbH bekannt. Mit dem Hauptkolben eines derartigen Druckbegrenzungsventils ist der Strömungsquerschnitt zwischen einem Systemanschluß und einem Tankanschluß veränderbar, um dadurch den hydraulischen Druck im Systemanschluß auf einen bestimmten Wert zu begrenzen. Der Hauptkolben ist außer durch ein Federelement durch einen in einem rückwärtigen Stellerraum herrschenden Druck in Schließrichtung beaufschlagbar. Der Stellerraum ist mit dem Vorsteuerventil und über eine in einer Steuerleitung angeordnete Düse mit dem Systemanschluß verbunden. Solange der Systemdruck unterhalb des eingestellten Maximaldruckes liegt, ist das Vorsteuerventil geschlossen und im Stellerraum herrscht ebenfalls Systemdruck. Der Hauptkolben befindet sich in Schließstellung. Erreicht der Systemdruck den am Vorsteuerventil eingestellten Druck, so öffnet dieses und verbindet den Stellerraum mit dem Tankanschluß. Sobald die Differenz zwischen dem Systemdruck und dem Druck im Stellerraum der Federkraft entspricht, öffnet der Hauptkolben, so daß Hydraulikflüssigkeit vom Systemanschluß zum Tankanschluß strömen kann. Sinkt der Systemdruck ab, so schließt das Druckbegrenzungsventil wieder.

Für vorgesteuerte Druckbegrenzungsventile gibt es Anwendungsfälle, in denen der Druck im Systemanschluß sehr schnell abfällt. Gewünscht ist ein solcher schneller Druckabfall z. B. bei Gesenkschmiedeanlagen. Um in solchen Anlagen das Umformen des Werkstücks zu erleichtern, ist dieses normalerweise erwärmt, wobei während des Formvorgangs Wärme vom Werkstück auf das Werkzeug übergeht. Gegen Ende des Formvorgangs liegen das Werkstück und das Werkzeug großflächig aneinander an, so daß zu diesem Zeitpunkt der größte Wärmeübergang zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug stattfindet. Um eine übermäßige Erhitzung und damit einen vorzeitigen Verschleiß des Werkzeugs zu vermeiden, ist man bestrebt, am Ende des Umformvorgangs das unter Druck stehende Ölvolumen möglichst schnell zu dekomprimieren, um den innigen Kontakt zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug möglichst schnell lösen zu können. Diese schnelle Dekompression kann zu einem schnellen Druckabfall im Systemanschluß eines zum hydraulischen Antrieb einer Schmiedepresse gehörenden Druckbegrenzungsventils führen. Auch in anderen Anwendungen ist ein schneller Druckabfall im Systemanschluß eines Druckbegrenzungsventils denkbar.

In den genannten Einsatzfällen zeigen handelsübliche Druckbegrenzungsventile schon nach kurzer Betriebszeit starke Verschleißerscheinungen am Hauptkolben, an einem mit dem Hauptkolben zusammenwirkenden Ventilsitz sowie am Ventilgehäuse der Hauptstufe gegenüber der Steuerölentnahmestelle. Bei einem solchen Verschleiß schließen die Ventile nicht mehr dicht. Wegen des Verschleißes am Gehäuse sind die Dichtheit der Anschlüsse und die Stabilität des Gehäuses nicht mehr gewährleistet. Außerdem gelangen Metallpartikel in den Ölstrom.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein vorgesteuertes Druckbegrenzungsventil mit den Merkmalen

aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so weiterzuentwickeln, daß die Verschleißerscheinungen am Gehäuse, am Hauptkolben und an einem mit dem Hauptkolben zusammenwirkenden Ventilsitz weitgehend vermieden werden.

Diese Aufgabe wird für ein vorgesteuertes Druckbegrenzungsventil mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß die Steuerleitung in mehreren in Reihe zur ersten Düse und parallel zueinander geschalteten zweiten Düsen, deren Gesamtquerschnitt größer als der Querschnitt der ersten Düse ist, in den Systemanschluß mündet.

Die Erfindung beruht zunächst auf der Erkenntnis, daß die bei herkömmlichen Druckbegrenzungsventilen auftretenden Schäden am Gehäuse dadurch bedingt sind, daß bei einem schnellen Druckabbau im Systemanschluß trotz der Bewegung des Hauptkolbens in Schließrichtung anfänglich eine große Differenz zwischen dem Druck im Stellerraum und dem Druck im Systemanschluß besteht, aufgrund dessen Steueröl mit hoher Geschwindigkeit vom Stellerraum durch die Düse in den Systemanschluß strömt. Der Flüssigkeitsstrahl kavitiert, trifft auf das Gehäuse und erzeugt dort Kavitationserosion. Abgeschlagene Festkörperpartikel geraten in den Bereich des Öffnungsquerschnittes des Ventils und beschädigen den Hauptkolben und den Ventilsitz. Gemäß der Erfindung wird nun, betrachtet man eine Strömungsrichtung vom Stellerraum in den Systemanschluß, am Ausgang der ersten Düse ein Gegendruck erzeugt, der um einige bar z. B. 5 bis 10 bar höher liegt als der abgesenkte Druck im Systemanschluß. Durch den höheren Gegendruck wird das entstehende Gesamtblasenvolumen kleiner und der kavitierende Flüssigkeitsstrahl kürzer. Die Gegendruckerhöhung wird gemäß Anspruch 1 dadurch erhalten, daß hinter der ersten Düse mehrere parallel zueinander geschaltete zweite Düsen angeordnet sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils sind in den Unteransprüchen enthalten.

So befindet sich in der bevorzugten Ausbildung gemäß Anspruch 2 zwischen der ersten Düse und den zweiten Düsen ein Expansionsraum. Die zweiten Düsen gehen also nicht unmittelbar von einer dünnen Düsenbohrung der ersten Düse, sondern von dem Expansionsraum aus.

Alle zweiten Düsen befinden sich bevorzugt an einem einzigen Düsenkörper, in dem sich gemäß Anspruch 4 vorteilhafterweise auch der Expansionsraum befindet. Für die erste Düse kann dann ein herkömmlicher Düsenkörper verwendet werden.

Als besonders günstig hat sich eine Anordnung gemäß Anspruch 5 erwiesen. Danach gehen die zweiten Düsen von einer zentralen Bohrung aus und verlaufen senkrecht und insbesondere radial zur Achse der Bohrung. Dadurch wird eine starke Umlenkung des Ölstroms erhalten.

Grundsätzlich ist es denkbar, einen Düsenkörper der ersten Düse und den Düsenkörper der zweiten Düse separat voneinander im Ventilgehäuse bzw. am Hauptkolben zu befestigen. Im Hinblick auf einen kleinen Bauraum erscheint es jedoch günstiger, wenn der Düsenkörper der ersten Düse am zweiten Düsenkörper befestigt ist und der zweite Düsenkörper mit dem ersten Düsenkörper in das Gehäuse bzw. in den Hauptkolben eingesetzt ist.

Eine besonders einfache Konstruktion ergibt sich gemäß Anspruch 7 dadurch, daß der zweite Düsenkörper,

also der Düsenkörper mit den zweiten Düsen, mit einer Sackbohrung versehen ist, in deren offenes, zu dem Steuerraum zugekehrten Ende der erste Düsenkörper eingesetzt, insbesondere eingeschraubt ist, und von der die zweiten Düsen ausgehen. Die Sackbohrung dient dabei gleichzeitig als Expansionsraum. Insbesondere gehen die zweiten Düsen in der Nähe des Bodens der Sackbohrung von dieser aus.

Führt die Steuerleitung durch den Hauptkolben und sind die erste Düse und die zweiten Düsen fest am Hauptkolben angeordnet, so wird eine Ausführung gemäß Anspruch 9 bevorzugt. Danach steht der zweite Düsenkörper mit einem Düsenkopf, in dem sich die zweiten Düsen befinden, über die dem Systemanschluß zugekehrte Stirnseite des Hauptkolbens vor. Dadurch ist es ohne weiteres möglich, die zweiten Düsen senkrecht zur Achse des Hauptkolbens verlaufen zu lassen und die Länge der Düsenbohrungen ohne Rücksicht auf die zur Aufnahme eines Düsenkörpers im Hauptkolben dienende Bohrung frei zu wählen. Es hat sich gezeigt, daß der vorstehende Düsenkopf des vorzugsweise in der Achse des Hauptkolbens angeordneten zweiten Düsenkörpers die Strömung von Druckmittel vom Systemanschluß zum Tankanschluß nicht beeinflußt. Bevorzugt wird der Düsenkopf im Durchmesser größer als ein Befestigungsabschnitt des zweiten Düsenkörpers gemacht, so daß er als Anschlag beim Einsetzen des zweiten Düsenkörpers in den Hauptkolben dienen kann.

Bei einer Ausbildung gemäß Anspruch 11 sind die aus den zweiten Düsen austretenden Flüssigkeitsstrahlen auf die den Hauptkolben führende Buchse gerichtet. Diese Buchse besteht aus einem gehärteten Material und ist deshalb besonders verschleißfest, so daß, sollte ein aus einer zweiten Düse austretender Flüssigkeitsstrahl sie erreichen, kaum Schaden angerichtet werden kann.

Besonders günstig ist die Reihenschaltung einer ersten Düse mit mehreren parallel zueinander liegenden zweiten Düse in einem Druckbegrenzungsventil gemäß Anspruch 12. Mit einem solchen Druckbegrenzungsventil sollen bei einem plötzlichen Druckanstieg Druckspitzen, die weit über dem eingestellten Maximaldruck liegen, vermieden werden. Der eingestellte Maximaldruck soll quasi aperiodisch erreicht werden. Dies wird vom Prinzip her dadurch erreicht, daß der in die Kraft zum Öffnen des Vorsteuerventils eingehende Druck zunächst an einer Fläche angreift, die größer als die wirksame Druckfläche am Schließkörper ist und nach dem Druckaufbau im Steuerraum die wirksame Fläche auf die Druckfläche am Schließkörper reduziert ist. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung und Anordnung der ersten Düse und der zweiten Düse wird diese Funktionsweise allenfalls unwesentlich beeinflusst.

Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils ist in den Zeichnungen dargestellt. Anhand der Figuren dieser Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung des Ausführungsbeispiels und

Fig. 2 die Hauptstufe des Ausführungsbeispiels in ihrer konstruktiven Ausgestaltung.

Das gezeigte Druckbegrenzungsventil weist ein Vorsteuerventil 10 und eine Hauptstufe 11 auf. Das Vorsteuerventil 10 ist als Sitzventil ausgebildet und besitzt in Form einer Kugel 13 einen Schließkörper, der mit einem Ventilsitz 14 zusammenwirkt. An der Kugel 13 stützt sich über einen Federteller 15 eine Schrauben-

druckfeder 16 ab, deren Vorspannung mit einer Handverstelleinrichtung 17 eingestellt werden kann. Kugel 13, Federteller 15 und Schraubendruckfeder 16 befinden sich in einer Ventilkammer 12.

Der Ventilsitz 14 wird durch den der Ventilkammer 12 zugekehrten Rand einer Bohrung 18 gebildet, die von der Ventilkammer 12 in eine Kolbenbohrung 19 führt, deren Durchmesser größer als der Durchmesser der Bohrung 18 ist. Die Kolbenbohrung 19, die Bohrung 18 und die Ventilkammer 12 besitzen dieselbe Achse. In der Kolbenbohrung 19 ist ein Kolbenschieber 20 geführt, der mit einem durch die Bohrung 18 gehenden Stößel 21 die Kugel 13 in Öffnungsrichtung beaufschlagen kann. Der Querschnitt des Kolbenschiebers 20 ist größer als der Querschnitt der Bohrung 18 und damit größer als die Sitzfläche bzw. die wirksame Druckfläche an der Kugel 13, die dem Querschnitt der Bohrung 18 entspricht.

Das Gehäuse 25 der Hauptstufe 11 nimmt in einer zum Vorsteuerventil 10 hin offenen, jedoch durch das Gehäuse 26 des Vorsteuerventils verschlossenen Bohrung 27 eine Führungsbuchse 28 für einen Hauptkolben 29 auf. An der dem Gehäuse 26 abgewandten Seite ist die Führungsbuchse 28 zum Systemanschluß 30 des Druckbegrenzungsventils hin offen. Im Betrieb steht im Systemanschluß 30 der Systemdruck an. Nahe an seiner dem Systemanschluß 30 zugekehrten Stirnseite verjüngt sich die Führungsbuchse 28 innen konisch und bildet dadurch einen Ventilsitz 31 für den Hauptkolben 29. Auch bei geschlossener Hauptstufe, wenn der Hauptkolben auf dem Ventilsitz 31 aufsitzt, überragt die Buchse 28 den Hauptkolben 29 mit einem Abschnitt 32 zum Systemanschluß 30 hin.

Der topfartige Hauptkolben 29 mit einem Boden 33 schließt mit der Führungsbuchse 28 und mit dem Gehäuse 26 des Vorsteuerventils 10 einen Steuerraum 34 ein, in dem sich auch eine leicht vorgespannte Schraubendruckfeder 35 befindet, die sich am Gehäuse 26 abstützt und den Hauptkolben 29 in Richtung auf den Ventilsitz 31 zu belastet. Wenn der Hauptkolben 29 vom Ventilsitz 31 abgehoben hat, besteht vom Systemanschluß 30 durch Radialbohrungen 36 in der Führungsbuchse 28 hindurch eine Verbindung zu einem Tankanschluß 37.

Das Vorsteuerventil 10 und die Hauptstufe 11 sind über zwei Steuerkreise I und II miteinander verbunden. Zum Steuerkreis II gehört eine Steuerleitung 40, die vom Systemanschluß 30 in eine auf der dem Ventilsitz 14 abgewandten Seite des Kolbenschiebers 20 gelegene Vorsteuerkammer 22 der Kolbenbohrung 19 führt. In der Steuerleitung 40 liegt eine Dämpfungsdüse 41. Eine weitere Dämpfungsdüse 61 ist fallweise vorhanden. Über die Steuerleitung 40 kann eine Fühlerfläche 42 am Kolbenschieber 20 mit dem Systemdruck beaufschlagt werden.

Der Steuerkreis I umfaßt eine Steuerleitung 43, die durch den Boden 33 des Hauptkolbens 29 führt, den Steuerraum 34 und eine Steuerleitung 44 zwischen dem Steuerraum 34 und einer Ventilsitzseitig des Kolbenschiebers 20 gelegenen Vorsteuerekammer 23 der Kolbenbohrung 19. In der Steuerleitung 43 im Boden 33 des Hauptkolbens 29 befinden sich mehrere Düsen. Und zwar sind sechs parallel zueinander geschaltete zweite Düsen 45 in Reihe zu einer einzigen ersten Düse 46 angeordnet, wobei sich die erste Düse 46 auf der Seite des Steuerraums 34 und die zweiten Düsen 45 auf der Seite des Systemanschlusses 30 befinden. Alle Düsen 45 und 46 werden durch enge Bohrungen mit einer gewis-

sen Länge gebildet.

Wie man anhand der Fig. 2 ersieht, befindet sich die Düse 46 in einem ersten Düsenkörper 47, während alle Düsen 45 in einem zweiten Düsenkörper 48 eingebracht sind. Beide Düsenkörper 47 und 48 kann man als Kopfschrauben bezeichnen, die einen mit einem Gewinde versehenen Befestigungsabschnitt und einen gegenüber dem Befestigungsabschnitt einen größeren Querschnitt aufweisenden Kopf besitzen. Der Düsenkörper 48 ist in der Achse des Hauptkolbens 29 in dessen Boden 33 soweit eingeschraubt, daß sein Kopf am Boden 33 anliegt. Mit dem Kopf steht also der Düsenkörper 48 über den Hauptkolben 29 in Richtung auf den Systemanschluß 30 hin vor. Er besitzt eine in Achsrichtung verlaufende zentrale Sackbohrung 49, die von seiner steuerraumseitigen Stirnseite her in ihn eingebracht ist und von der in der Nähe ihres Bodens die Düsen 45 radial abgehen. In Achsrichtung des Hauptkolbens und des Düsenkörpers 48 betrachtet, befinden sich die Düsen 45 auf Höhe des Abschnitts 32 der Buchse 28. Der Düsenkörper 47 ist mit seinem Gewindeabschnitt in die Sackbohrung 49 des Düsenkörpers 48 eingeschraubt, also über diesen mit dem Hauptkolben 29 indirekt verbunden. Vom Steuerraum 34 aus gesehen jenseits der Düse 46 ist durch die Sackbohrung 49 ein Expansionsraum gebildet. Die Düsen 45 sind gleichmäßig verteilt und haben jeweils gleichen Winkelabstand voneinander.

Die Ventilkammer 12 ist über einen Kanal 50 mit dem Tankanschluß 37 verbunden.

Das gezeigte Druckbegrenzungsventil ist außerdem noch mit einem elektrisch ansteuerbaren Wegeventil 55 versehen, dessen Eingang an die ventilsitzseitige Vorsteuerkammer 23 der Kolbenbohrung 19 und dessen Ausgang an die Ventilkammer 12 angeschlossen ist. Mit dem Wegeventil 55 kann die Hauptstufe 11 auf drucklosen Umlauf geschaltet werden.

Bei einem plötzlichen Druckanstieg im Systemanschluß 30 pflanzt sich der Druck mit hoher Geschwindigkeit über die Steuerleitung 40 mit der Düse 41 in die Vorsteuerkammer 22 fort und beaufschlagt die Fühlerfläche 42 des Kolbenschiebers 20. Mit geringer zeitlicher Verzögerung, die in erster Linie durch die Düse 46 bedingt ist, baut sich der Druck über den Steuerraum 34 und die Steuerleitung 44 auch in der Vorsteuerkammer 23 auf und wirkt hier entgegengesetzt zu dem Druck in der Vorsteuerkammer 22 ebenfalls auf den Kolbenschieber 20 und außerdem auf die Kugel 13, wobei hier der Querschnitt des Sitzes 14 die wirksame Fläche ist. Weil der Druckanstieg in der Vorsteuerkammer 23 verzögert gegenüber dem Druckanstieg in der Vorsteuerkammer 22 erfolgt, wird die Kugel 13 durch den Kolbenschieber 20 in Öffnungsrichtung verschoben, sobald die auf die Fühlerfläche 42 wirkende Druckkraft die Kraft der Feder 16 zu überschreiten beginnt. Da die Fühlerfläche größer ist als die wirksame Druckfläche an der Kugel 13, beginnt die Vorsteuerung schon bei einem Druck, der wegen der größeren Fühlerfläche 42 niedriger ist, als der Druck, der in der Vorsteuerkammer 23 notwendig ist, um mit der wirksamen Druckfläche an der Kugel 13 das Vorsteuerventil zu öffnen.

Auch der Hauptkolben 29 öffnet schon bei dem der größeren Fläche 42 entsprechenden niedrigeren Druck. Mit dem weiteren Anstieg des Drucks in der Vorsteuerkammer 23 wird der Kolbenschieber 20 weitgehend druckausgeglichen, so daß schließlich der Querschnitt des Sitzes 14 die zum Offenhalten des Vorsteuerventils wirksame Fläche ist, an der der Solldruck wirken muß, um das Vorsteuerventil offenzuhalten. Ab dem Öffnen

des Hauptkolbens 29 wird somit die Druckanstiegs geschwindigkeit verringert. Der Drucksollwert wird ohne oder mit einer nur sehr geringen Überschwingeite erreicht.

Bei einem langsamen Druckanstieg im Systemanschluß 30 entspricht der Druck im Steuerraum 34 jeweils dem Druck im Systemanschluß 30. Wenn die der Kraft der Feder 16 entsprechende Druckkraft an der Kugel 13 erreicht wird, fließt ein Steuervolumenstrom vom Steuerraum 34 über das Vorsteuerventil 10 zum Tank ab. Wenn dieser Steuervolumenstrom so groß wird, daß die Kraft der Feder 35 entsprechende Druckgefälle an der Düse 46 und den Düsen 45 überschritten wird, öffnet der Hauptkolben 29 und ein Volumenstrom fließt vom Systemanschluß 30 zum Tankanschluß 37, wobei der an der Feder 16 eingestellte Druck im Systemanschluß 30 aufrechterhalten wird. Die Gesamtdruckdifferenz an den Düsen 45, 46 und einer in Fig. 1 gestrichelt eingezeichneten, evtl. in der Leitung 44 vorhandenen weiteren Düse 60 wirkt über den Schieberkolben 20 ebenfalls öffnend auf die Kugel 13. Anteilmäßig ist diese Kraft jedoch bei hohen Drücken vernachlässigbar gering.

Einer plötzlichen Druckabsenkung im Systemanschluß 30 kann der im Steuerraum 34, in der Leitung 44 und in der Vorsteuerkammer 23 herrschende Steuerdruck wegen der Düse 46 nur verzögert folgen. Es strömt deshalb Steueröl aus dem Steuerraum 34 durch die Düse 46 und die Düsen 45 in den Systemanschluß 30. Dabei wird durch die Düsen 45 in der Sackbohrung 49 ein Gegendruck aufgebaut, der Kavitationsschäden am Düsenkörper 48 weitgehend verhindert. Wegen des großen Gesamtquerschnitts der sechs parallel geschalteten Düsen 45 tritt das rückströmende Steueröl aus diesen Düsen mit einer geringen Geschwindigkeit aus, so daß keine Schäden an der Buchse 28 oder am Gehäuse 25 auftreten. Zugleich bleibt bei einem schnellen Druckanstieg im Systemanschluß 30 die Verzögerung des Druckaufbaues in der Vorsteuerkammer 23 gegenüber dem Druckaufbau in der Vorsteuerkammer 22 erhalten.

#### Patentansprüche

1. Vorgesteuertes Druckbegrenzungsventil mit einem Vorsteuerventil (10) und mit einem Hauptkolben (29), mit dem ein Strömungsquerschnitt zwischen einem Systemanschluß (30) und einem Tankanschluß (37) veränderbar ist und der außer durch ein Federelement (35) durch einen in einem rückwärtigen Steuerraum (34) herrschenden, durch das Vorsteuerventil (10) beeinflussbaren Druck in Schließrichtung beaufschlagbar ist, wobei der Steuerraum (34) mit dem Vorsteuerventil (10) und über eine in einer Steuerleitung (43) angeordnete erste Düse (46) mit dem Systemanschluß (30) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerleitung (43) in mehreren in Reihe zur ersten Düse (46) und parallel zueinander geschalteten zweiten Düsen (45), deren Gesamtquerschnitt größer als der Querschnitt der ersten Düse (46) ist, in den Systemanschluß (30) mündet.

2. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen der ersten Düse (46) und den zweiten Düsen (45) ein Expansionsraum (49) befindet.

3. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich alle zweiten Dü-

sen (45) in einem einzigen zweiten Düsenkörper (48) befinden.

folgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

4. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Expansionsraum (49) im zweiten Düsenkörper (48) befindet. 5

5. Druckbegrenzungsventil nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Düsen (45) von einer zentralen Bohrung (49) ausgehen und senkrecht und insbesondere radial zur Achse der Bohrung verlaufen. 10

6. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Düse (46) in einem ersten Düsenkörper (47) ausgebildet ist und daß der erste Düsenkörper (47) am zweiten Düsenkörper (48) befestigt, insbesondere in eine Bohrung (49) des zweiten Düsenkörpers (48) eingeschraubt ist. 15

7. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Düsenkörper (48) mit einer Sackbohrung (49) versehen ist, in deren offenes, dem Steuerraum (34) zugekehrten Ende der erste Düsenkörper (47) eingesetzt, insbesondere eingeschraubt ist und von der insbesondere in der Nähe des Bodens die zweiten Düsen (45) ausgehen. 20 25

8. Druckbegrenzungsventil nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerleitung (43) durch den Hauptkolben (29) hindurchführt und die erste Düse (46) und die zweiten Düsen (45) fest am Hauptkolben (29) angeordnet sind. 30

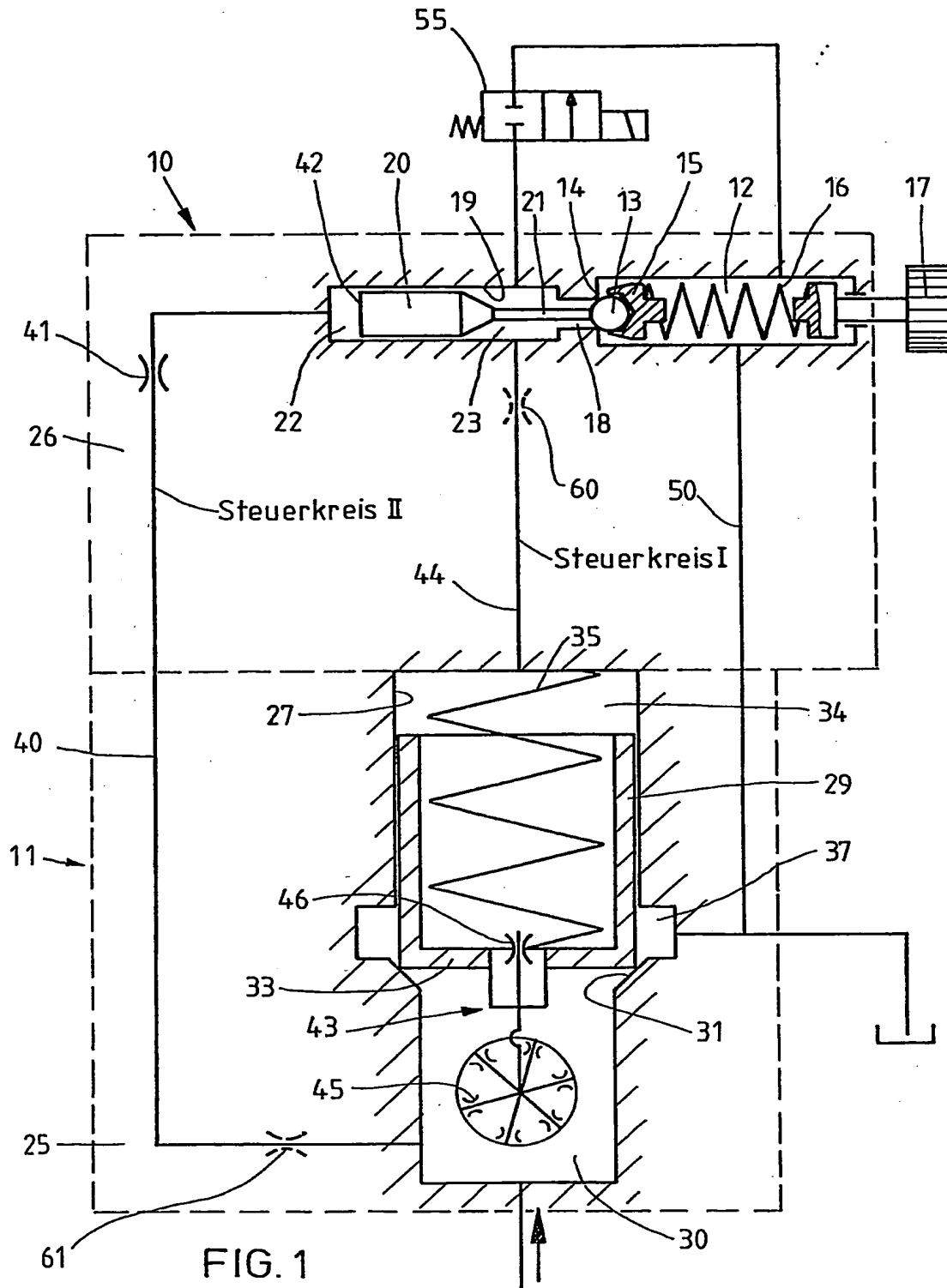
9. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Düsenkörper (48) mit einem Düsenkopf, in dem sich die zweiten Düsen (45) befinden, über die dem Systemanschluß (30) zugekehrte Stirnseite des Hauptkolbens (29) vorsteht. 35

10. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Düsenkörper (48) einen Befestigungsabschnitt besitzt, dessen Durchmesser kleiner als der Düsenkopf ist. 40

11. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptkolben (29) in einer Buchse geführt ist, mit der der Hauptkolben (29) den veränderbaren Strömungsquerschnitt bildet, daß die zweiten Düsen (45) im Düsenkopf senkrecht und insbesondere radial zur Achse der Buchse (28) verlaufen und daß sich der Düsenkopf auf Höhe eines den Hauptkolben (29) überragenden Abschnitts (32) der Buchse (28) befindet. 45 50

12. Druckbegrenzungsventil nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kolbenschieber (20) des Vorsteuerventils (10), von dem ein Schließkörper (13) des Vorsteuerventils (10) in Öffnungsrichtung verschiebbar ist, über eine zweite Steuerleitung (40) an einer Fühlerfläche (42), die größer als die wirksame Druckfläche am Schließkörper (13) ist, vom Systemdruck in Öffnungsrichtung des Schließkörpers (13) beaufschlagbar ist, daß vom Druck im Steuerraum (34) der Kolbenschieber (20) an einer zweiten Fläche, die so groß wie die Fühlerfläche (42) ist, in Schließrichtung und der Schließkörper (13) in Öffnungsrichtung des Vorsteuerventils (10) beaufschlagbar sind und daß bei einem plötzlichen Druckanstieg im Systemanschluß (30) der Druckaufbau an der zweiten Fläche des Kolbenschiebers (20) gegenüber dem Druckaufbau an der Fühlerfläche (42) verzögert er- 55 60 65

- Leerseite -





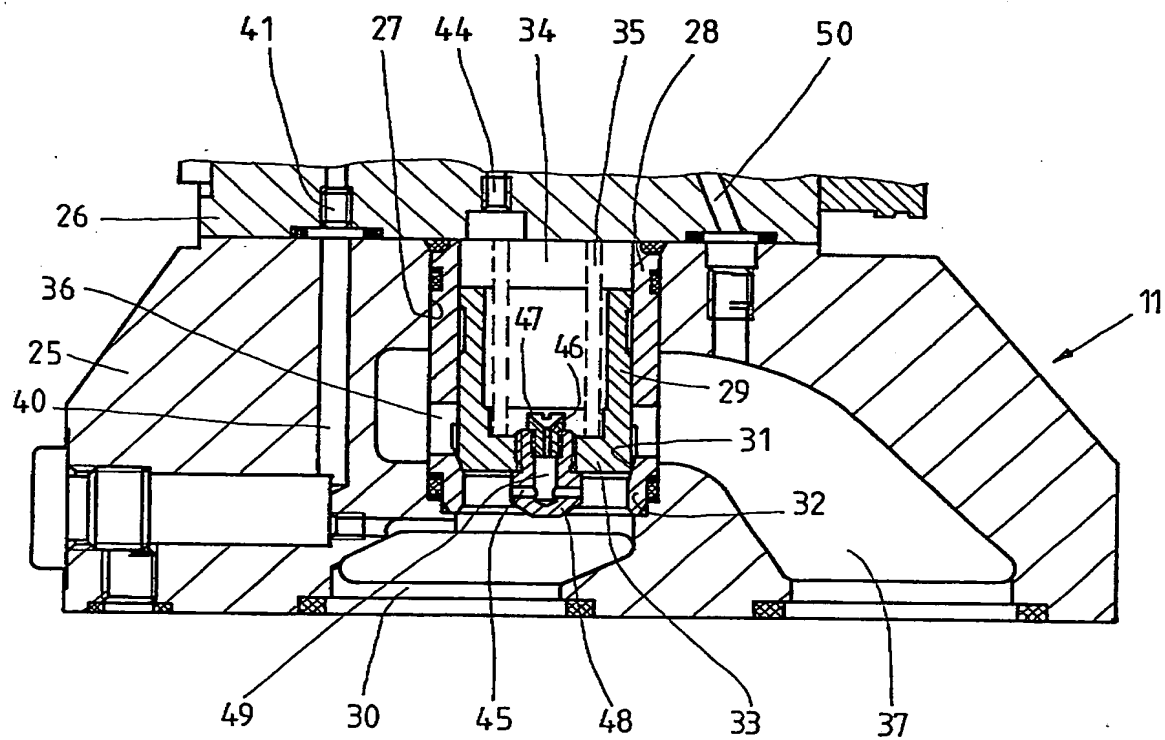


FIG. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**